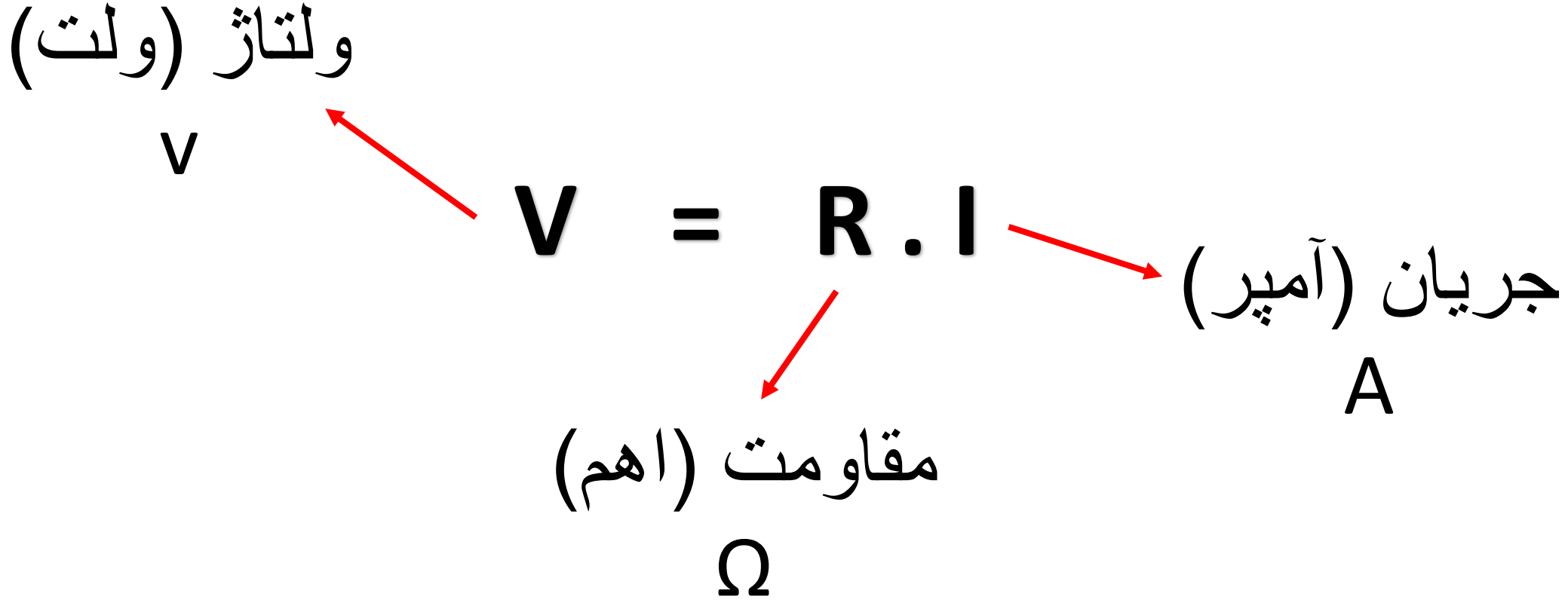
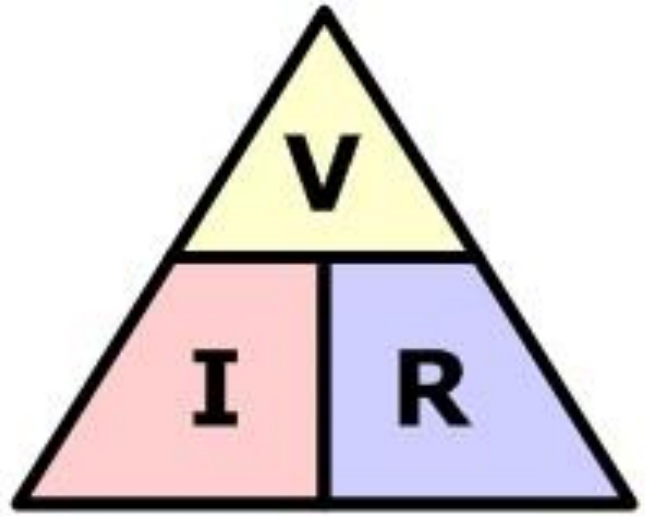
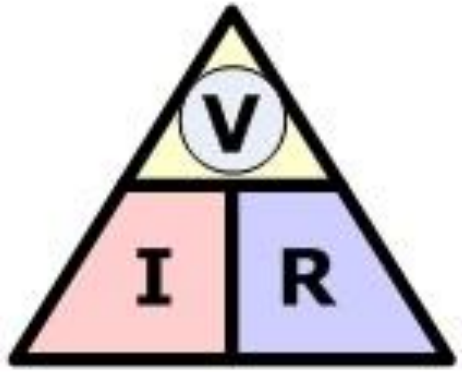
جلسه سوم

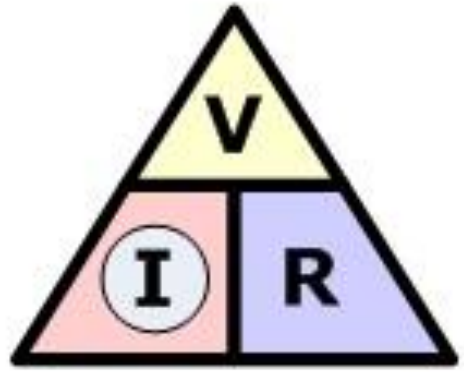
قانون اهم

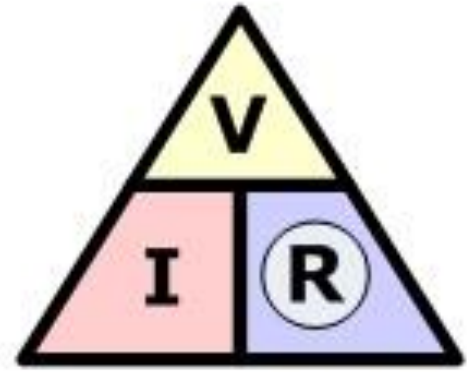
جرج سیمون اهم ریاضی دان آلمانی در سال ۱۸۲۷ بر اساس تجربیات و آزمایشات فراوان توانست ارتباط بین ولتاژ، جریان و مقاومت را در یک مدار بدست آورد.







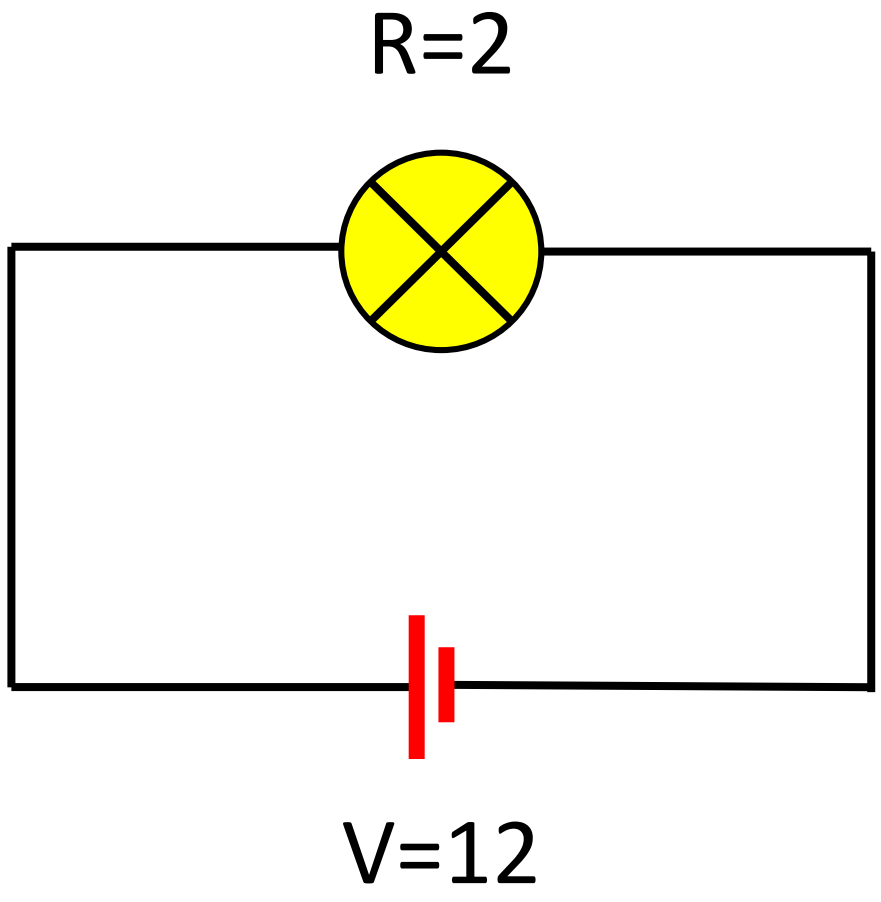




$$V = I \times R \qquad I = \frac{V}{R} \qquad R = \frac{V}{I}$$

مثلث قانون اهم

جریان در این مدار چند آمپر است؟



توان

توان کمیتی است که بیان کننده میزان توانایی انجام یک کار در واحد زمان توسط یک مصرف کننده است. هر اندازه یک مصرف کننده در واحد زمان کار بیشتری انجام دهد توان بالاتری دارد البته هر چقدر توان مصرف کننده بالاتر باشد میزان انرژی مصرفی آن نیز افزایش می یابد. در واقع توان نشان دهنده میزان مصرف انرژی توسط یک مصرف کننده می باشد.

اسب بخار یکی دیگر از واحدهای توان است ، هر 768 وات برابر با یک اسب بخار است.

$1\ hp = 768\ w$

توان

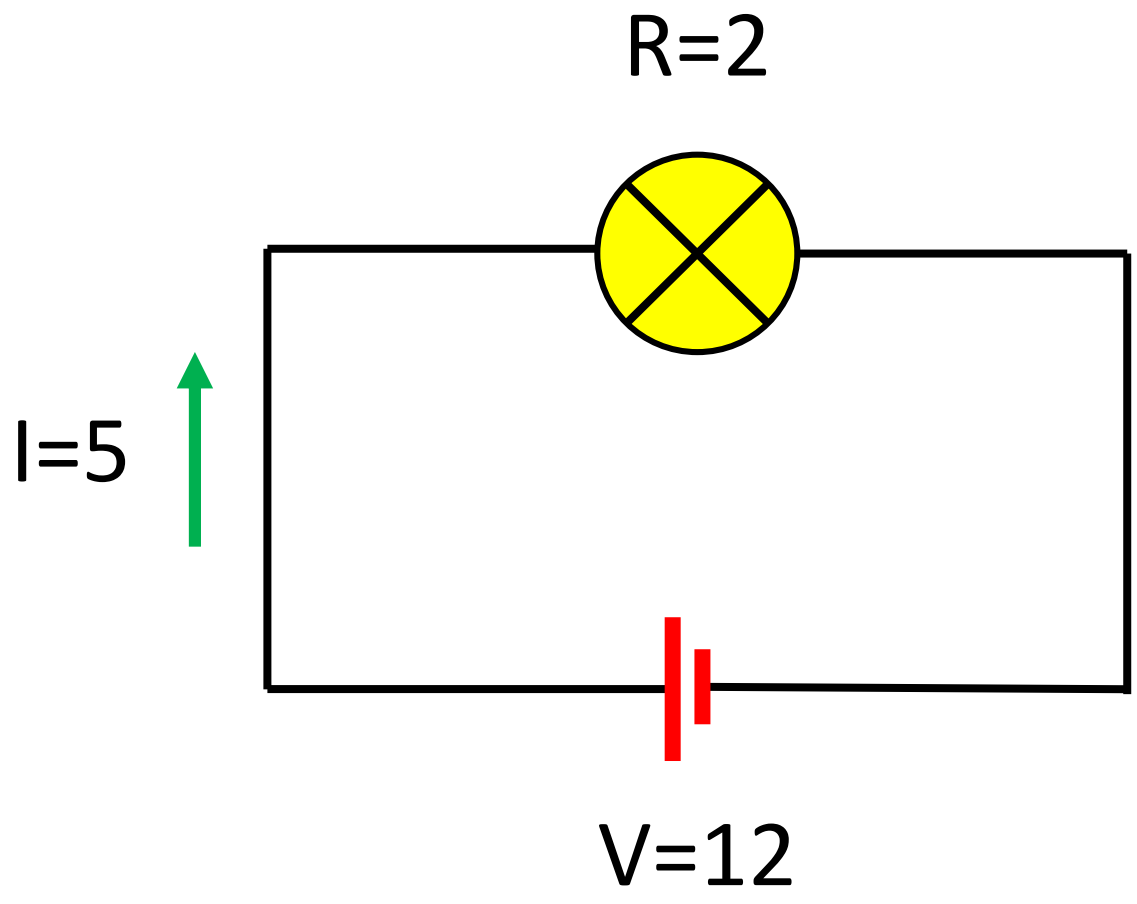
توان (وات)
W

$$P = V \cdot I$$

ولتاژ (ولت)
V

جریان (آمپر)
A

توان در این مدار چند وات است؟



$P=V.I$

$P=12\times5=60\ w$

انواع مدارهای الکتریکی و اجزاء اصلی یک مدار :

مدار برقی هنگامی کامل است که یک راه اتصالی بین سرهای مثبت و منفی وجود داشته باشد. مدار تکمیل شده مدار بسته و مدار ناقص را مدار باز گویند. در واقع در مدار بسته پیوستگی وجود دارد. در یک مدار کامل، مقاومت باید به اندازه کافی کم باشد تا ولتاژ بتواند الکترون ها را در بین دو نقطه جابجا کند.
مدارهای خودرو شامل پنج قسمت زیر می باشند :

۱) منبع انرژی یا منبع اختلاف پتانسیل :

باطری یا آلترناتور در واقع دو منبع تولید ولتاژ در خودرو می باشند. البته برخی از سنسورها نیز تولید ولتاژ می کنند از جمله سنسور دور موتور

۲) رسانا :

رسانا یا سیم های ارتباطی که مسیر عبور جریان الکترون ها را در مدار کامل و برقرار می کنند.

۳) مصرف کننده ها :

وسایلی که با عبور جریان در آنها کاری را انجام می دهند، مثل چراغها، بوق، استارت، موتور برف پاک کن، پمپ بنزین و ...

۴) کنترل کننده های مدار :
در واقع ابزار و وسایلی هستند که قطع و وصل جریان برق و یا تغییر میزان جریان عبوری از مدار را به صورت دستی و یا اتوماتیک (خودکار) برعهده دارند. از جمله سوییچ ها، کلید ها، رله ها، کنترلگرهای الکترونیکی، کلیدهای حرارتی یا فشاری و...
۵) وسایل حفاظتی مدار :
منظور از قطعات حفاظتی وسایل و یا قطعاتی می باشد که مدارها را در مقابل صدمات ناشی از عبور جریان بیش از حد محافظت می کند. از جمله فیوزها، ماکسی فیوزها، قطعات ذوب شونده و ...

مدارهای برقی مختلف را می توان از نظر چیدمان و طرز قرار گرفتن مصرف کننده ها (بارها و یا مقاومت ها) در مدار به سه دسته تقسیم بندی نمود :
مدارهای سری یا متوالی، مدارهای موازی و مدارهای ترکیبی.

الف) مدارهای سری یا متوالی :

در اتصال سری یک یا چند مصرف کننده یا مقاومت به گونه ای به منبع ولتاژ وصل می شوند که فقط یک مسیر برای عبور الکترون ها وجود خواهد داشت. به این ترتیب جریان عبوری از مدار از تمام مصرف کننده ها عبور می کند و در واقع جریان در مدار ثابت است. در این حالت با قطعی یک قسمت از مدار و یا خرابی یکی از مصرف کننده ها کل مدار باز یا قطع شده و سایر مصرف کننده ها را نیز از کار می اندازد.

قوانین حاکم بر مدارهای سری :

۱) جریان در مدار ثابت است :

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots$$

۲) ولتاژ کل منبع برابر است با مجموع ولتاژهای مصرف کننده ها :

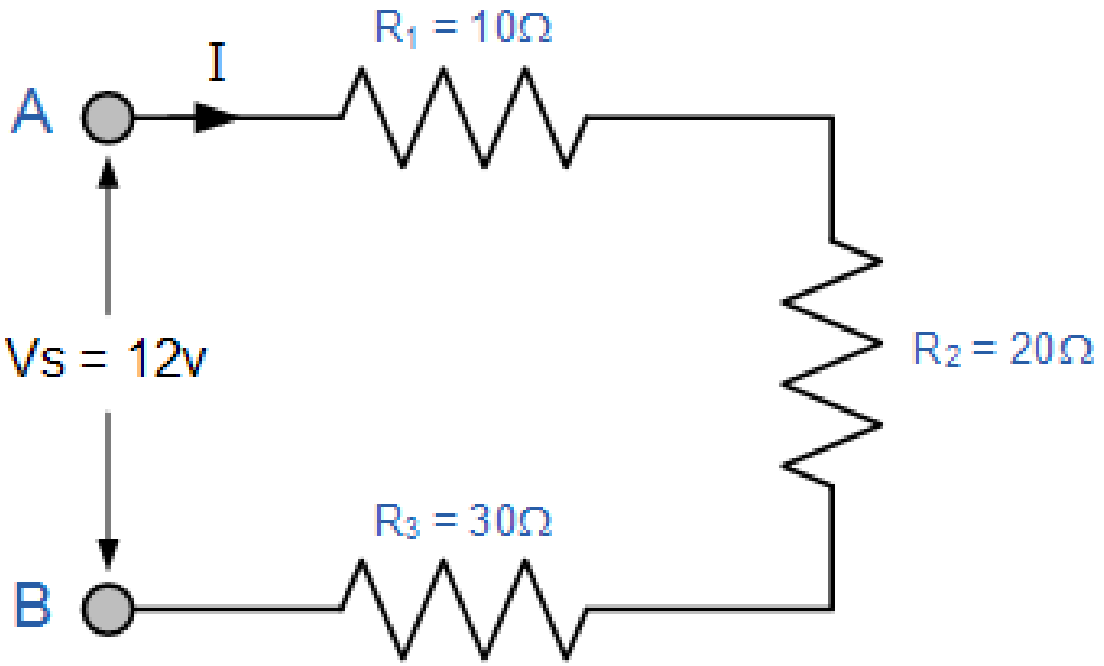
$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$$

۳) مقاومت کل مدار (مقاومت معادل مدار) برابر است با مجموع مقاومت های موجود در مدار :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$$

منظور از مقاومت معادل، یا مقاومت مجموع مقاومتی است که اگر آن را بجای تمام مقاومت های مدار قرار دهیم همان جریان قبلی از مدار عبور کند.

مثال : با استفاده از قانون اهم، مقاومت سری معادل، جریان سری، افت ولتاژ و توان تلف شده در هر یک از مقاومت‌ها را برای مدار شکل زیر بیابید:



حل: با استفاده از قانون اهم می‌توان این مسئله را حل کرد. جدول زیر مقدار جریان، ولتاژ و توان تلف شده در هر مقاومت را نشان می‌دهد:

مقاومت	جریان	ولتاژ	توان
$R_1 = 10\Omega$	$I_1 = 200mA$	$V_1 = 2V$	$P_1 = 0.4W$
$R_2 = 20\Omega$	$I_2 = 200mA$	$V_2 = 4V$	$P_2 = 0.8W$
$R_3 = 30\Omega$	$I_3 = 200mA$	$V_3 = 6V$	$P_3 = 1.2W$
$R_T = 60\Omega$	$I_T = 200mA$	$V_S = 12V$	$P_T = 2.4W$

برای مدار داده شده در این مثال، $RT=60\Omega$ و $IT=200mA$ و $PT=2.4W$ است.

قوانین حاکم بر مدارهای موازی :

۱) جریان کل مدار برابر است با مجموع جریانهای عبوری از شاخه ها و مصرف کننده های کل مدار :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots$$

۲) ولتاژ دو سر تمام مصرف کننده ها با ولتاژ منبع برابر است :

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots$$

۳) مقاومت کل مدار (مقاومت معادل مدار) برابر است با مجموع مقاومت های موجود در مدار :

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots \frac{1}{Rn}$$

نکته ۱ :

مقاومت معادل یک مدار موازی دو مقاوتی را می توان از رابطه زیر بدست آورد :

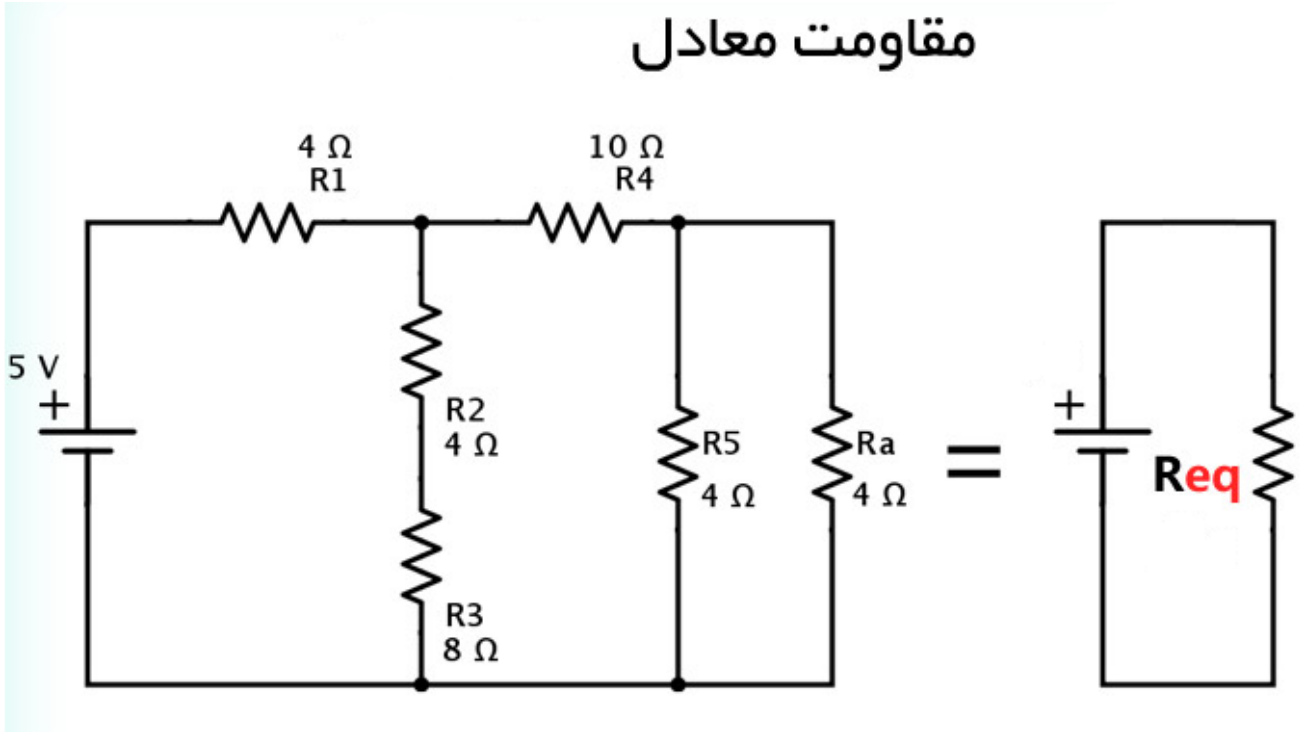
$$\underset{\text{مقاومت معادل}}{Req} = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

نکته ۲ :

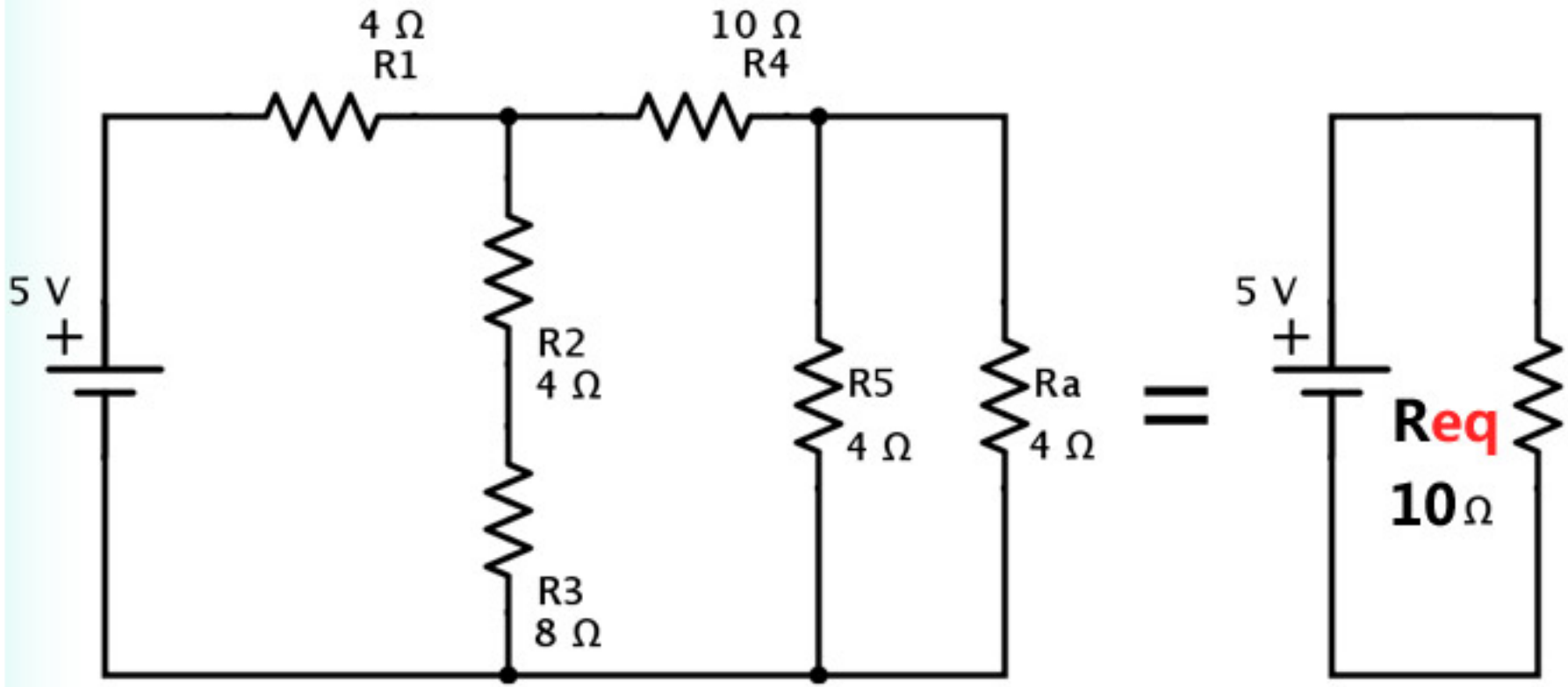
مقاومت معادل مدارهای موازی از کمترین مقاومت موجود در مدار کوچکتر و کمتر خواهد بود.

الف) مدارهای ترکیبی :

همانگونه که از نام آن پیداست در این نوع از مدارها هم اتصال موازی و هم اتصال سری را در بین مصرف کننده های یک مدار خواهیم دید. برای محاسبات مربوط به این مدارها بایستی در بخش موازی از قوانین مدارهای موازی و در بخش سری از قوانین مدارات سری استفاده نمود.

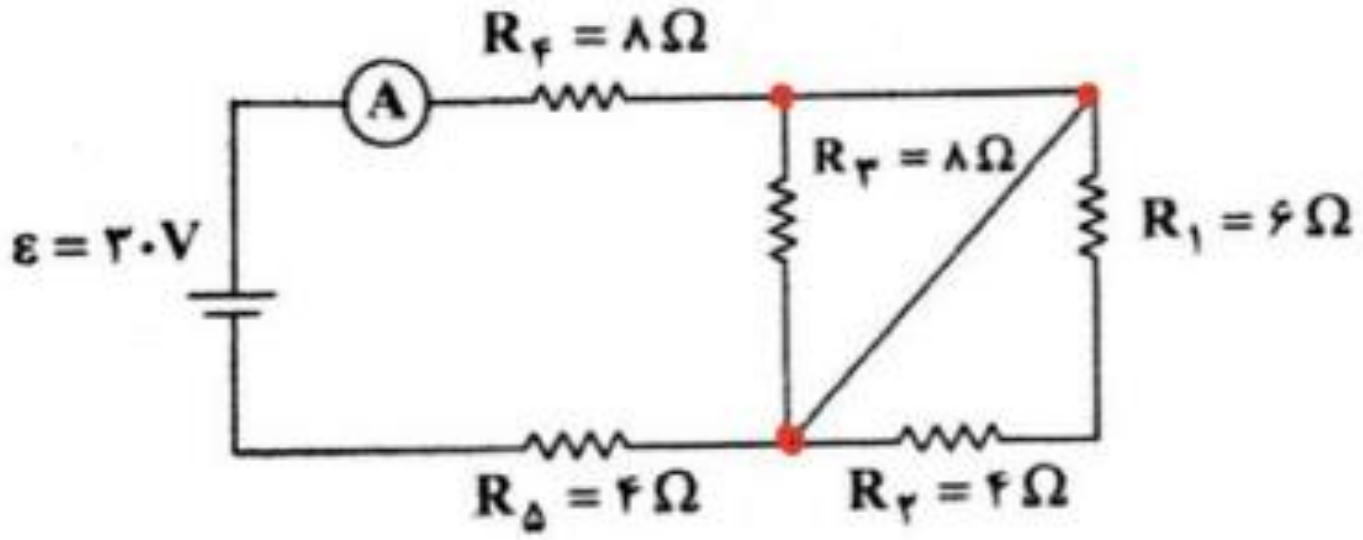


مقاومت معادل



تمرین :

در مدار زیر جریانی را آمپر متر نشان میدهد را بدست آورید؟

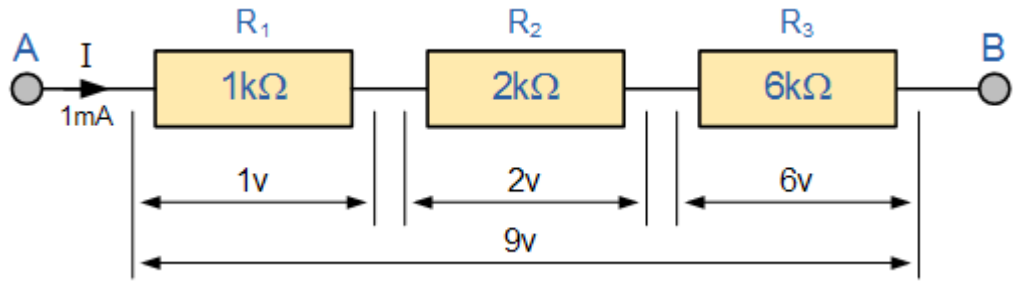


مدار تقسیم کننده ولتاژ

یکی از مزایای اتصال سری مقاومت‌ها با منبع تغذیه DC، استفاده از آن در تقسیم ولتاژ است. این مدار ساده، ولتاژ منبع را به تناسب میان مقاومت‌های زنجیره سری تقسیم می‌کند. مقدار افت ولتاژ در هر مقاومت، به مقدار مقاومت و جریان گذرنده از آن وابسته است.

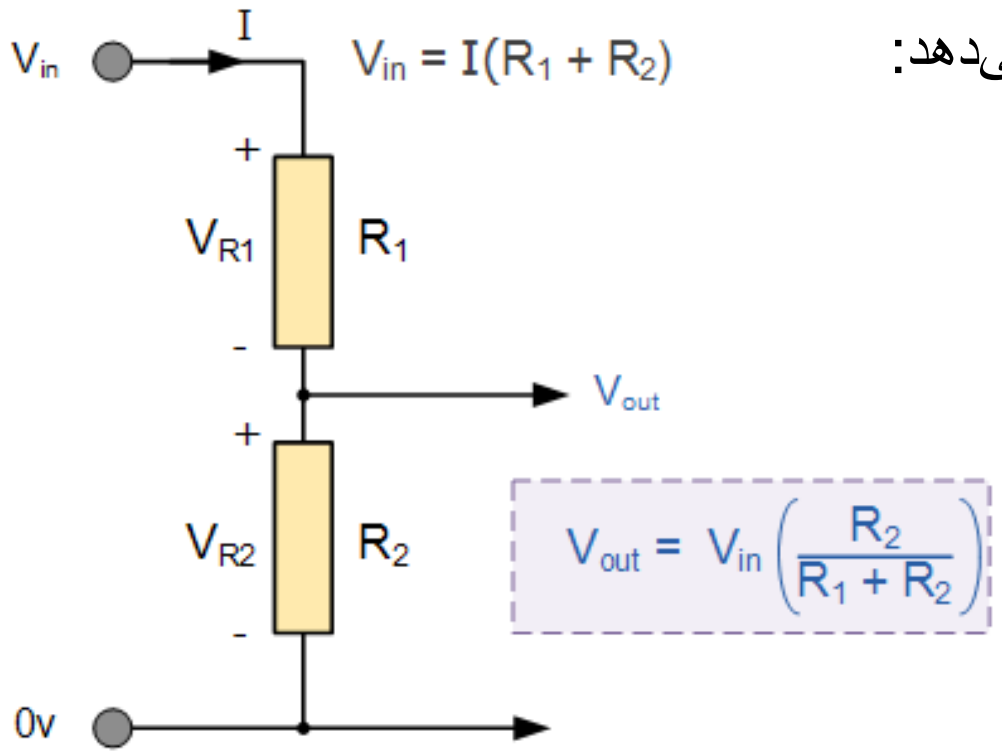
می‌دانیم که در یک مدار سری، جریان گذرنده از همه مقاومت‌ها با یکدیگر برابر است. پس یک مقاومت با مقدار بزرگتر، افت ولتاژ بزرگتری ایجاد می‌کند. در حالی که افت ولتاژ در مقاومت کوچکتر، کمتر است.

مدار مقاومتی سری شکل زیر، شبکه تقسیم کننده ولتاژ نام دارد. در این مدار، افت ولتاژهای 1v و 2v و 6v از منبع تغذیه 9 ولتی ناشی می‌شوند.



طبق قانون ولتاژ کیرشهف در یک مدار بسته، ولتاژ منبع با جمع همه افت ولتاژها یکسان است. طبق قانون تقسیم ولتاژ، می‌توان اختلاف پتانسیل در دو سر هر مقاومت را صرفنظر از جریان گذرنده از مدار سری محاسبه کرد.

شکل زیر، مدار یک تقسیم کننده ولتاژ ساده را نشان می‌دهد:



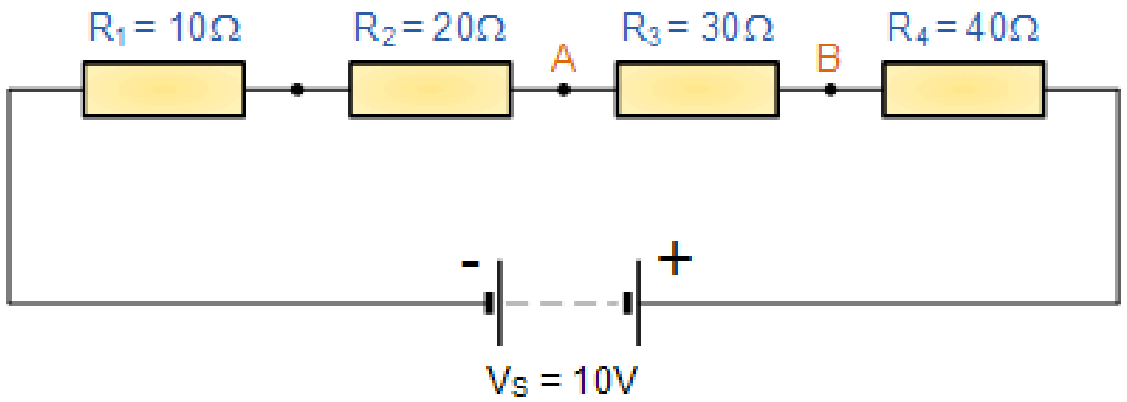
دو مقاومت سری R1 و R2 در مدار بالا، به ولتاژ منبع Vin متصل هستند. این منبع ولتاژ، از یک سو به مقاومت R1 و از سوی دیگر به مقاومت R2 متصل شده است و ولتاژ خروجی Vout از دو سر این مقاومت گرفته می‌شود.

رابطه زیر، ولتاژ در خروجی مدار را نشان می‌دهد :

$$V_{out} = V_{in}\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

طبق قانون اهم با اضافه شدن مقاومت‌های سری در مدار، اختلاف پتانسیل‌های ایجاد شده در دو سر هر مقاومت، متفاوت و متناسب با مقدار مقاومت خواهد بود. در این حالت، جریان عبوری از آنها به دلیل بزرگتر شدن مقاومت معادل کمتر می‌شود. به همین دلیل، افت ولتاژ در مقاومت‌های قبلی کمتر خواهد شد.

پس اگر در مدار زنجیره سری سه مقاومت یا بیشتر داشته باشیم، همچنان می‌توان از رابطه تقسیم ولتاژ برای یافتن افت ولتاژ در هر مقاومت استفاده کرد. مدار زیر را در نظر بگیرید:



مدار تقسیم‌کننده ولتاژ در شکل، شامل چهار مقاومت سری است. اختلاف پتانسیل بین نقاط B و A به صورت زیر قابل محاسبه است:

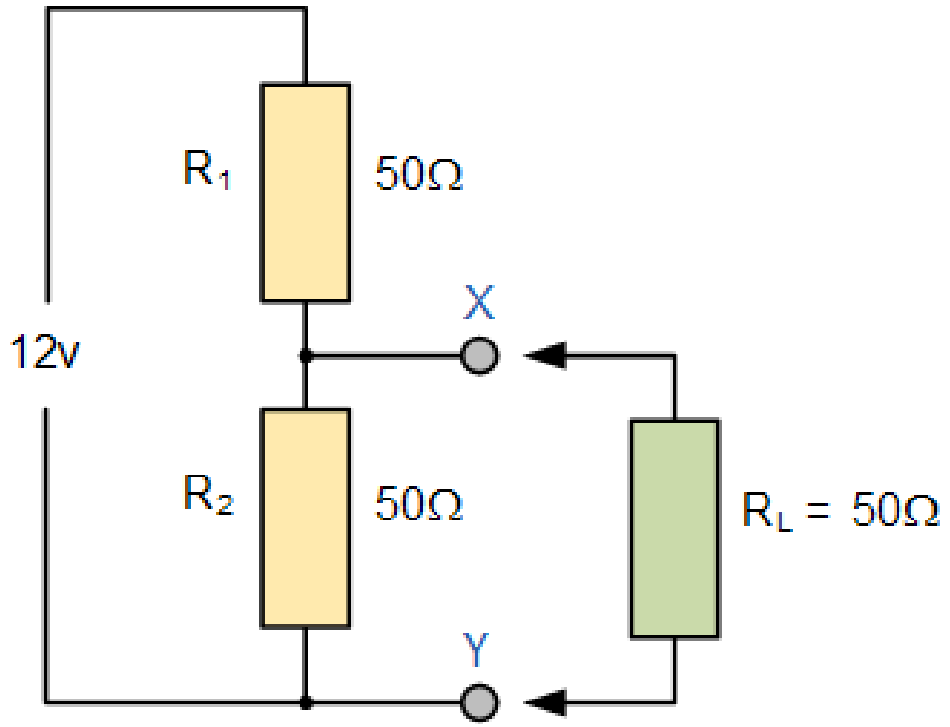
$$V_{BA} = V_{R3} = V_s \times \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$$

$$V_{BA} = 10 \times \frac{30}{10 + 20 + 30 + 40} = 10 \times 0.3 = 3V$$

مثال : در مدار شکل زیر، اختلاف ولتاژ بین نقاط X و Y را در دو حالت زیر بیابید:

الف) RL متصل نیست.

ب) RL متصل است.



حل:

الف) در حالتی که مقاومت بار R_L متصل نیست، خواهیم داشت:

$$R_{X_Y} = 50\Omega$$

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = 12v \times \frac{50}{50 + 50} = 6.0v$$

ب) در حالتی که مقاومت بار R_L متصل است، دو مقاومت موازی خواهیم داشت. پس:

$$R_{X_Y} = 25\Omega$$

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{out} = 12v \times \frac{25}{50 + 25} = 4.0v$$

یک پتانسیومتر یا **مقاومت متغیر** که شامل هزاران مقاومت سری است، مثالی خوب از تقسیم کننده ولتاژ است. با اتصال یک ولتاژ ثابت به دو پایانه مدار می‌توان از خروجی پتانسیومتر، ولتاژ متغیر گرفت. هرچه پتانسیومتر تعداد دور بیشتری داشته باشد، کنترل ولتاژ در خروجی تقسیم کننده با دقت بیشتری انجام می‌شود. مدار تقسیم کننده ولتاژ ساده ترین راه برای تولید ولتاژ کوچکتر از ولتاژ بزرگتر است و اساس کار پتانسیومتر را تشکیل می‌دهد. علاوه بر تولید ولتاژ کوچکتر، از تقسیم‌کننده ولتاژ می‌توان برای تحلیل مدارهای مقاومتی پیچیده تر با انشعاب‌های موازی و سری، استفاده کرد. رابطه تقسیم ولتاژ برای محاسبه افت ولتاژ در یک شبکه DC و تحلیل مدار (قضایای کیرشهف یا تونن) استفاده می‌شود.

جهت جریان

در مورد جهت جریان سه تئوری وجود دارد :

۱) تئوری الکترونی : در تئوری الکترونی جهت حرکت الکترونها یعنی جهت جریان از قطب منفی به سمت قطب مثبت و در اثر نیروی جاذبه بین دو قطب صورت می گیرد.

۲) تئوری قراردادی : در این تئوری جهت جریان از قطب مثبت به سمت قطب منفی در نظر گرفته می شود.

۳) تئوری حفره – جریان : در این تئوری که بیشتر در نیمه رساناهایی مثل دیود و ترانزیستور مطرح است جریان در دو جهت می تواند جاری شود.

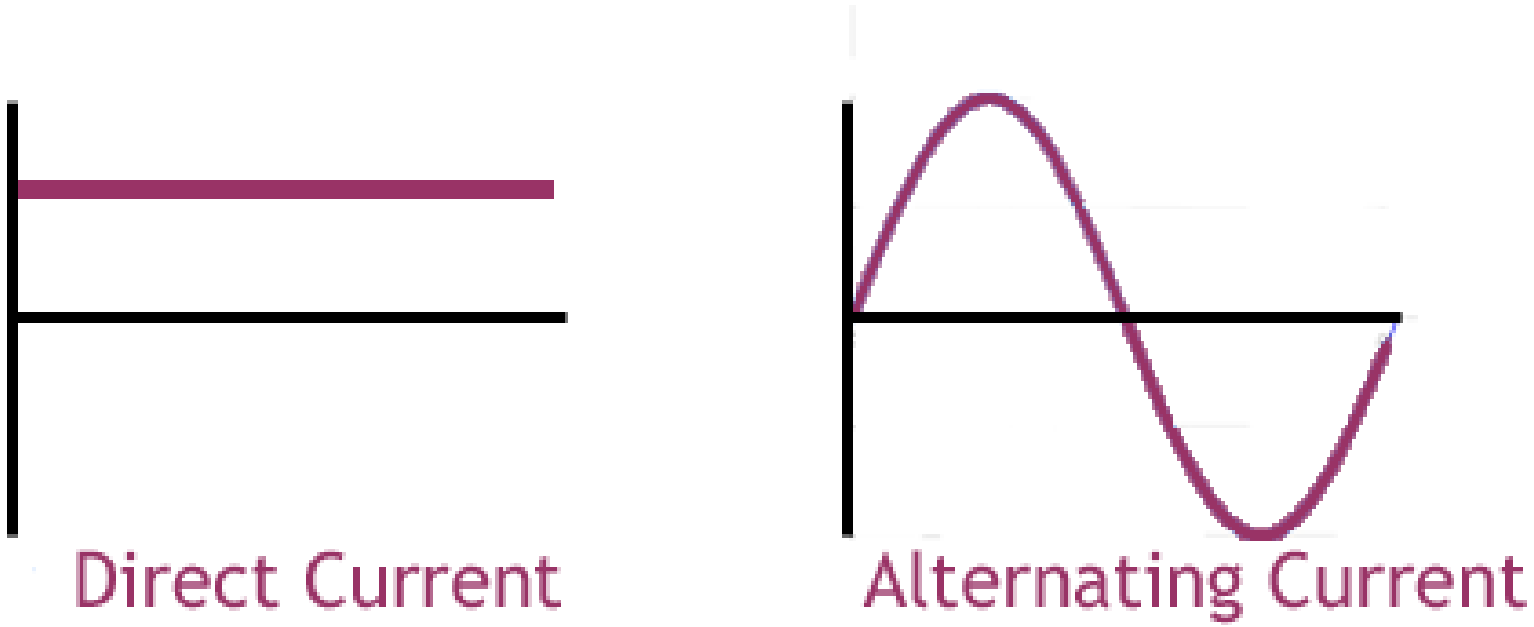
انواع جریان

الف) جریان مستقیم DC

در جریان مستقیم جهت جریان در طول زمان ثابت است. خودرو و وسایل الکترونیکی مثل کامپیوتر، رادیو و ... از برق مستقیم استفاده می کنند.

الف) جریان متناوب AC

در این نوع جریان جهت نسبت به زمان ثابت نیست بلکه با توجه به میزان فرکانس جهت آن تغییرمی کند. مثل برق خانگی با فرکانس ۵۰ هرتز در هر ثانیه ۵۰ بار جهت جریان تغییر می کند.



مقاومت چیست ؟

مقاومت قطعه ای است که ویژگی اصلی آن داشتن مقاومت الکتریکی هست که این خاصیت باعث محدود شدن جریان الکتریکی (حرکت الکترون ها) در مدارمی شود.

شماتیک مقاومت ها در مدارهای الکتریکی

۱) مقاومت های ثابت

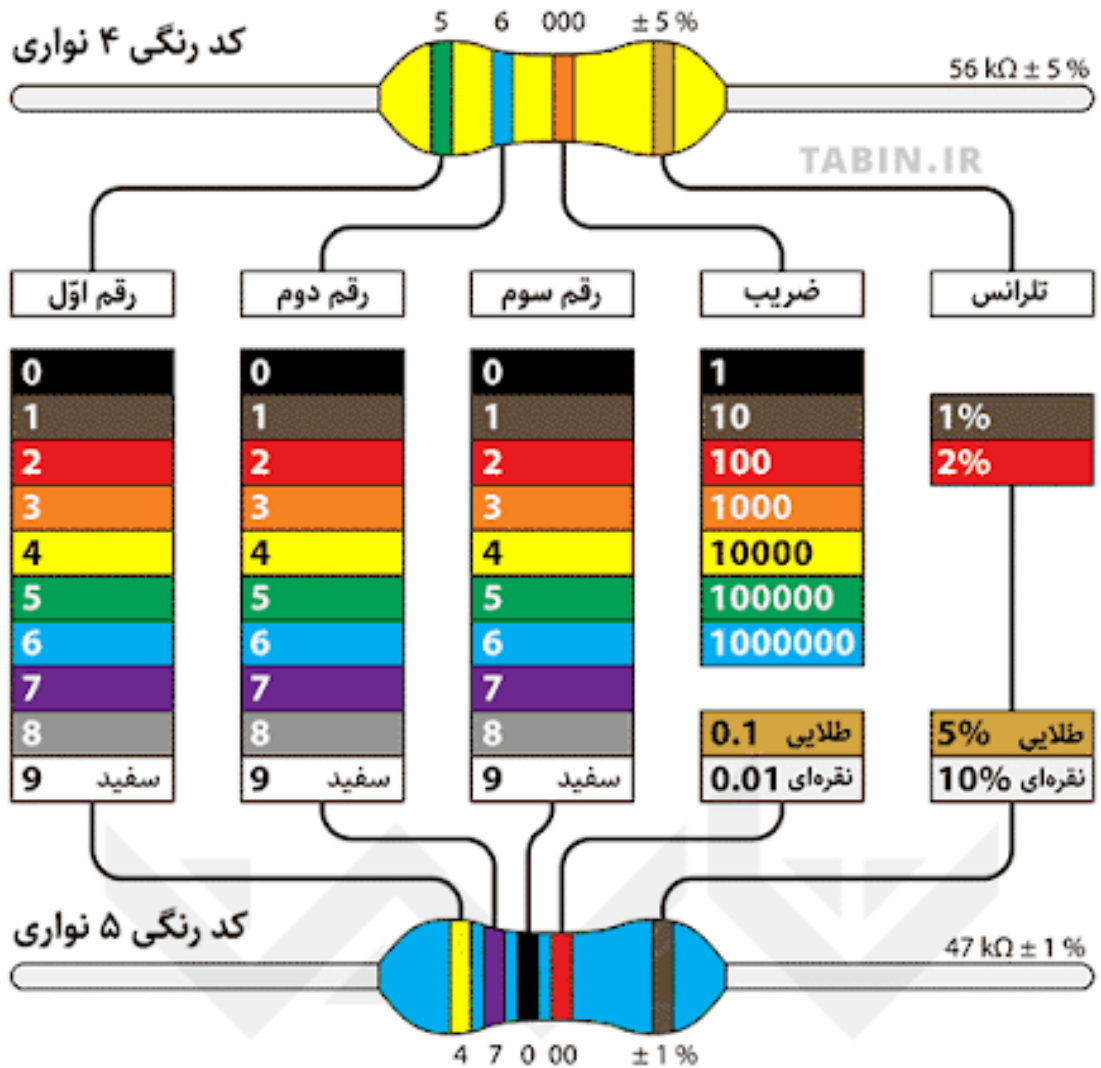
همانگونه که از نامش پیداست در این نوع از مقاومت ها مقدار مقاومت یک عدد ثابت اهمی است، که نسبت به تغییراتی از قبیل دما تغییر نمی کند.

نوع SMD

نوع PTH

مقاومت های PTH با توان 1/2وات (بالایی) و 1/4وات (پایینی)

کد رنگی مقاومت



۲) مقاومت پله ای یا چند گانه

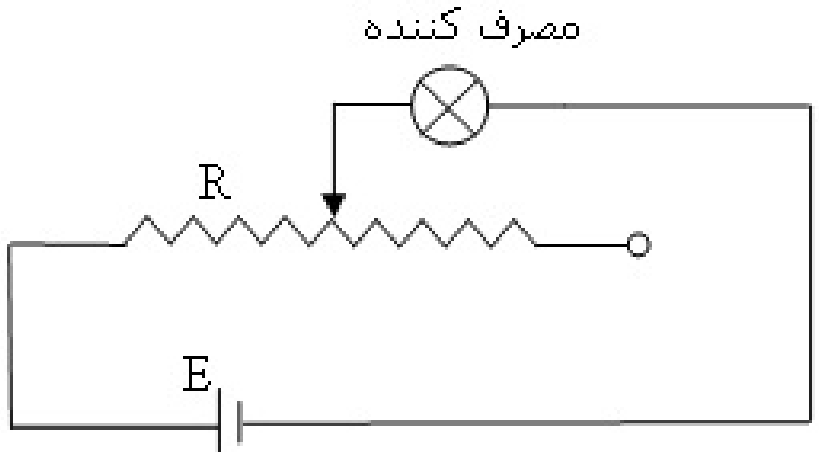
این نوع از مقاومت در واقع چند مقاومت ثابت مختلف را از طریق یک سوییچ انتخاب در اختیار ما و در مسیر جریان قرار می دهد. مانند مقاومت چند گانه و یا کلید انتخاب دور فن بخاری

۳) مقاومت متغییر

این نوع از مقاومت ها بگونه ای ساخته می شوند که محدوده ای از مقاومت های مختلف را در اختیار ما قرار داده و یا ایجاد می کنند. که از جمله آنها می توان به سه نوع مقاومت متغییر با نام های رئوستا، پتانسیومتر و ترمیستور نام برد :

رئوستا

نمونه ای از مقاومت متغییر است که دو ترمینال دارد، یکی از این ترمینالها به سر ثابت مقاومت متصل بوده و دیگری به قسمت لغزان یا متحرک رئوستا وصل می شود، که با حرکت دادن و جابجا کردن بخش لغزان رئوستا، بین دو ترمینال آنها شاهد حضور مقاومت های مختلفی خواهیم بود. در برخی از خودروها از رئوستا در کلید تنظیم نور صفحه آمپرها (صفحه کیلومتر) استفاده شده است. همچنین درجه نشان دهنده سطح بنزین داخل باک نمونه ای دیگر از کاربرد رئوستا در خودروهاست.


مصرف کننده
R
E

پتانسیومتر

پتانسیومتر در واقع نوعی رئوستاست که جهت دریافت ولتاژهای مختلف بر روی ترمینال خروجی از آن استفاده می شود. پتانسیومتر ۳ ترمینال دارد، دو عدد از این ترمینال ها به دو سر ثابت مقاومت متصل شده اند و ترمینال سوم به کنتاکت لغزنده وصل است. با جابجایی این ترمینال لغزان مقادیر مختلفی از ولتاژ را در خروجی پتانسیومتر خواهیم داشت. مانند پیچ ولوم صدای رادیو پخش و یا سنسور درچه گاز (پتانسیومتر درچه گاز)

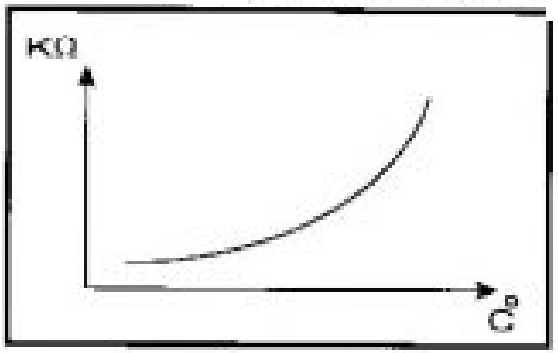
ترمیستور

ترمیستور مقاومت متغیر با دماست که بطور خاص در سنسورهای تعیین دما از قبیل سنسور دمای آب موتور، سنسور دمای هوای ورودی و ... بکار می رود. در ساختمان ترمیستورها از موادی استفاده شده که نسبت به تغییرات دما حساس بوده و مقاومتشان با تغییر دما کم و زیاد می شود.

ترمیستور در دو نوع ساخته می شوند : ترمیستور NTC و ترمیستور PTC

سنسور PTC

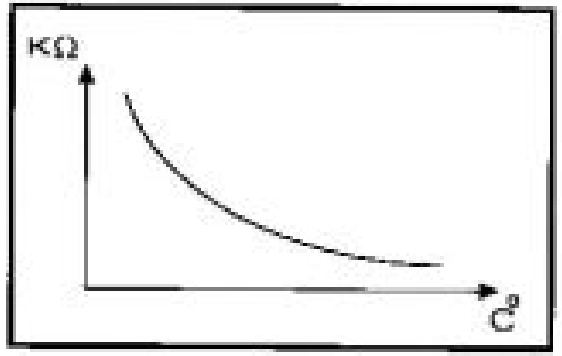
این سنسور در مقابل افزایش دما مقاومتش افزایش پیدا می کند.



Positive Temperature Coefficient

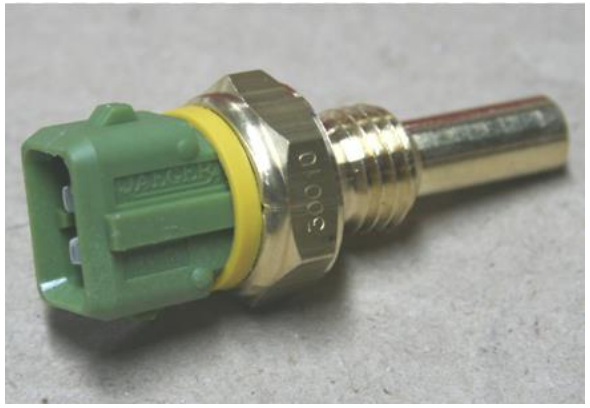
سنسور NTC

این سنسور در مقابل افزایش دما مقاومتش کاهش پیدا می کند.



Negative Temperature Coefficient

انواع فشنگی آب



کدام گزینه تعریف سنسور NTC است ؟

الف) با افزایش دما مقاومتش افزایش می یابد　　ب) با افزایش دما مقاومتش کاهش می یابد

ج) برای تغییر ولتاژ بکار می رود　　د) با کاهش دما ولتاژ را قطع می کند

فشنگی آبی در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) PTC　　ب) NTC　　ج) پتانسیومتری　　د) هیچکدام

فشنگی سبز در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) پتانسیومتری　　ب) PTC　　ج) NTC　　د) هیچکدام

فشنگی قهوه ای در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) PTC　　ب) NTC　　ج) پتانسیومتری　　د) هیچکدام

کدام گزینه تعریف سنسور NTC است ؟

الف) با افزایش دما مقاومتش افزایش می یابد

ب) با افزایش دما مقاومتش کاهش می یابد

ج) برای تغییر ولتاژ بکار می رود

د) با کاهش دما ولتاژ را قطع می کند

فشنگی آبی در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) PTC

ب) NTC

ج) پتانسیومتری

د) هیچکدام

فشنگی سبز در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) پتانسیومتری

ب) PTC

ج) NTC

د) هیچکدام

فشنگی قهوه ای در سیستم خنک کننده از کدام گروه مقاومتهاست ؟

الف) PTC

ب) NTC

ج) پتانسیومتری

د) هیچکدام